Jb. nass. Ver. Naturkde. **140** S. 59-67 4 Abb. Wiesbaden 2019

Podsole auf dem Taunuskamm – anthropogener Ursprung?

Alexander Stahr

Podsolierung, anthropogen, Standortbedingungen, Korngrößenzusammensetzung

K u r z f a s s u n g : Ausgangssubstrat der Bodenbildung auf dem Taunuskamm ist überwiegend die lösslehm- und tephrahaltige periglaziale Hauptlage (Solifluktionsschuttdecke). Die äolischen Komponenten wirken einer Podsolierung trotz hohem Quarzitanteil in der Matrix und hohen Niederschlagsmengen entgegen. Dort, wo im Bereich von historischen Quarzitsteinbrüchen Abraum die Hauptlage überdeckt, weisen die Böden trotz sonst gleicher Standortfaktoren eine Podsolierung auf.

Podzols on the Taunus ridge – anthropogenic genesis?

Podzolisation, anthropogenic, location factors, grain size fraction

A b s t r a c t : At the Taunus ridge soils are mostly developed in the loess- and tephra containing periglacial upper layer (solifluction deposit). Despite the high contingent of quartzite in the soil matrix and high precipitation, the aeolian material counteract podzolization. In cases where around historical stone quarries the upper layer is covered with mining waste, soils show despite equal location factors podzolization.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die Bodenentwicklung wird in der Bodenkunde als Pedogenese bezeichnet (von griechisch pédon = Boden und génesis = Entstehung). Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Entwicklung der meisten Böden ist die Verwitterung der Gesteine. Der „meisten“ deshalb, da auch Moore und organische Auflagen aus Blättern oder Baumnadeln, die sogenannte Streu, als Boden definiert sind. Bodenkundler unterscheiden prinzipiell zwischen physikalischer und chemischer Verwitterung. Auch der Vorgang der Verwesung oder Verrottung von Tieren und Pflanzenteilen ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung eines Bodens. Zu beiden Vorgängen oder Prozessen – Verwitterung und Umwandlung von organischer Substanz – treten weitere hinzu.

Dazu zählen Verlagerungsprozesse innerhalb des Bodens, Umwandlungsprozesse, Durchmischungsvorgänge und die Bodenabtragung durch Wasser, Wind oder die Schwerkraft. Alle Prozesse laufen solange ab, bis ein Endstadium der Bodenentwicklung, ein so genanntes Klimaxstadium, erreicht wird. In welcher Art und Weise all diese Prozesse ablaufen und welche typischen Merkmale ein Boden schließlich hat, hängt von den jeweiligen Umweltbedingungen ab, die der

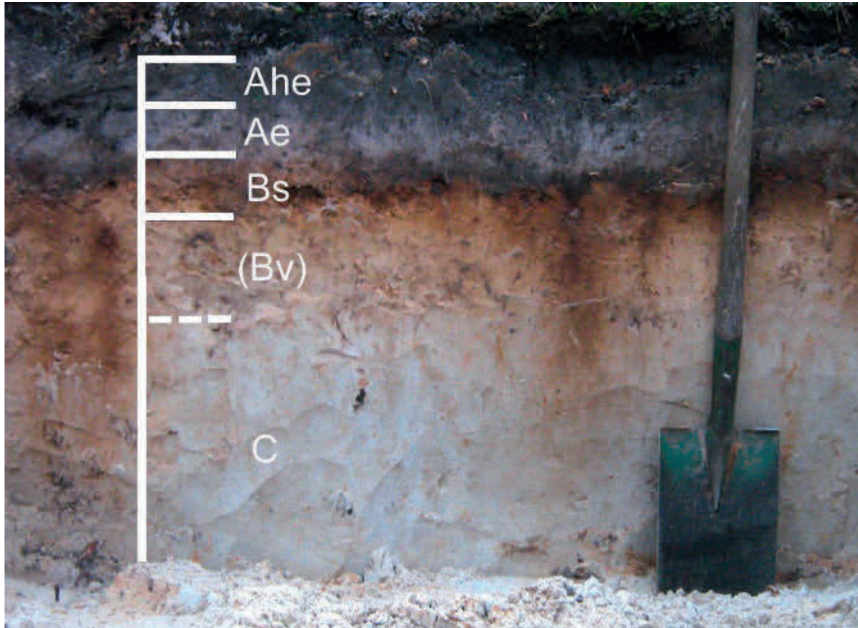


Abbildung 1: Typisches Profil eines Podsols auf nährstoffarmen pleistozänen glazifluviatilen Sanden (Krausnicker Berge, Brandenburg); Foto: Gemeinfrei.
Die Symbole bedeuten: Ahe = A-Horizont (Oberboden), ungleichmäßig humos, mäßig bis stark podsolig mitdiffus wolkigen Bleichflecken; Ae = A-Horizont (Oberboden), podsoliert, sauergebleicht (Eluvialhorizont); Bs = B-Horizont (Unterboden), mit Sesquioxiden durch Umlagerung angereichert (Illuvialhorizont), keine Humusanreicherung erkennbar; (Bv) = B-Horizont (Unterboden), durch Verwitterung verbraunt und verlehmt (Tonbildung und/oder Lösungsrückstände), in diesem Bodenprofil nur rudimentär vorhanden; C = Ausgangsgestein (glazifluviatiler Feinsand).

Figure 1: Typical profile of a podzol on nutrient-poor Pleistocene glaciofluvial sands (Krausnicker Berge, Brandenburg); photo: in the public domain.
The symbols mean: Ahe = A-horizon (topsoil), unevenly distributed humus, moderately to strongly podzolic with diffusely cloudy bleached patches; Ae = A-horizon (topsoil), podzolic, acid-bleached (eluvial horizon); Bs = B-horizon (subsoil), with seaquioxides enriched by displacement (illuvial horizon), humus enrichment not apparent; (Bv) = B-horizon (subsoil), browning and formation of clay by weathering (formation of clay and/or remains of dissolution), in this soil profile only rudimentary; C = parent rock (glaciofluvial fine sands).

Please note that the lowercase suffixes characterising special features of each soil horizon in English speaking countries or in international soil classification systems may considerably differ from the soil description usual in Germany (see Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005). For instance an Ahe, Aeh or Ae layer, usually lighter in colour than an underlying horizon (topsoil) and identified by a loss of silicate clay, iron, aluminium, or some combination of these, is treated as an independent E horizon.

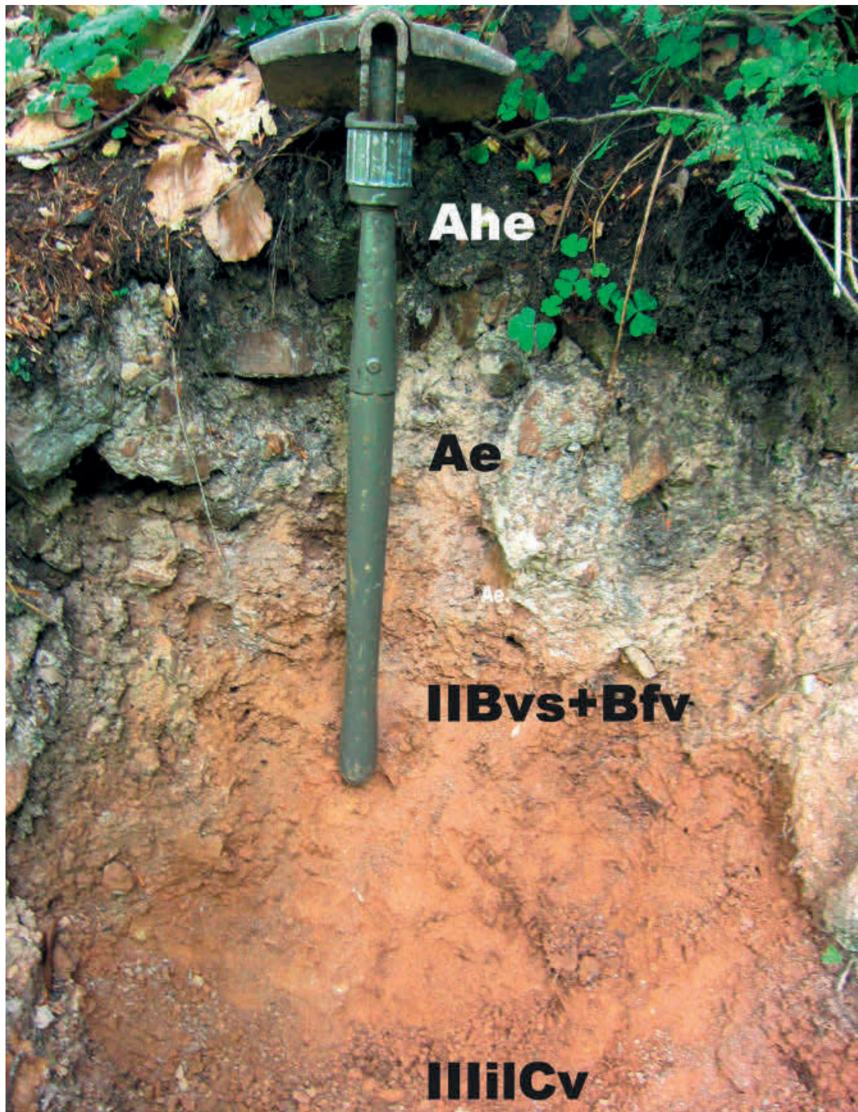
Bodenkundler als Standortfaktoren bezeichnet. Zu diesen Faktoren zählen das Klima, die Geländeoberfläche oder das Relief, das Gestein, Tiere und Pflanzen, die Tätigkeit des Menschen und die Zeit.

In calcium- und magnesiumarmen, sandig-grusigen Ausgangsmaterialien der Bodenbildung findet sich bei relativ hoher Luftfeuchte, hohen Niederschlägen, niedrigen Jahresmitteltemperaturen und schwer zersetzbarer Streu von Koniferen oder Heidekrautgewächsen (z. B. Heidelbeere *Vaccinium myrtillus,* Gemeine Fichte *Picea abies*) der Bodentyp des Podsols (von russisch „Ascheboden"). Diese Bezeichnung ist treffend, da typische Podsole an ihrem gebleichten, weißlichgrau gefärbten Oberboden zu erkennen sind. Im sauren Boden aus genannten Ausgangssubstraten sorgen vor allem Pilze und Bakterien für den Abbau organischer Substanzen. Größere Bodenwühler wie Regenwürmer sind kaum anzutreffen. Beim Zersetzen der organischen Substanz entstehen leicht mit dem Sickerwasser transportierbare organische Säuren (z. B. Zitronensäure, Fulvosäuren). Silikate wie z. B. Tonminerale werden unter Freisetzung der Metallionen zerstört. Die Ionen bilden mit den organischen Substanzen metallorganische Komplexe. Diese Chelate werden mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenbereiche verlagert. Ebenso Oxide. Da die Oxide dem Boden die braune Farbe verleihen, bedeutet dieser Translokationsprozess ein Ausbleichen des Oberbodens. Diesen Horizont bezeichnet man daher als Eluvial- oder Ae-Horizont (e vom lateinischen Verb eluere = ausspülen). Darüber folgt noch ein Ahe- oder Ae-Übergangshorizont des Oberbodens (Abb. 1). Im Unterboden lagern sich erst die organischen Substanzen, darunter die Oxide ab. Dadurch entsteht unter dem gebleichten Horizont ein dunkler Bh-Horizont [h von Humus], gefolgt von einem rötlichbraunem Bs-Horizont [s von Sesquioxide, eine Sammelbezeichnung für Oxide und Hydroxide des Aluminiums (Al), Eisens (Fe) und Mangans (Mn)].

2 Boden und Podsolierung auf dem Taunuskamm

Das Ausgangssubstrat der Bodenentwicklung im Bereich des Taunuskamms ist [bis auf felsige Partien und deren Verwitterungsprodukte in der unmittelbaren Kammlage = Härtlinge aus Quarzit (z. B. Altenstein bei Taunusstein, Hohler Stein zwischen Niedernhausen-Oberjosbach und Idstein-Lenzhahn)] eine ubiquitäre Abfolge periglazialer Lagen, die heute in eine Basislage (LB), eine lösslehmhaltige Mittellage (LM), eine lösslehmhaltige Hauptlage (LH) und eine steinreiche Oberlage (LO) z. B. unterhalb von Felsklippen gegliedert werden (AG Boden 2005). Die am weitesten verbreitete Bodenform im Bereich des Taunuskamms oder des „Hohen Taunus" ist die Braunerde aus lösslehmhaltiger (auch Laacher-See-Tephra haltiger) Hauptlage über Basislage oder aus Hauptlage über anstehendem Quarzit (oft im Taunuskamm oberhalb 500 m ü. NN).

Der Taunuskamm ist heute klimatisch durch mittlere Jahresniederschläge zwischen etwa 800 und 1000 mm, eine relativ hohe Luftfeuchte und vergleichs-



weise niedrige Jahresmitteltemperaturen von 5,5 °C (Großer Feldberg) bis 7,5 °C charakterisiert. Diese klimatischen Voraussetzungen in Kombination mit schwer zersetzbaren Pflanzenrückständen (ab dem 19. Jh. Koniferen) wären ideale Voraussetzungen für die Entwicklung des Bodentyps Podsol. Doch der Lösslehm- und Tephraanteil der Hauptlage bewirkt einen Großteil der Pufferkapazität gegenüber Säuren, so dass sich der Bodentyp Braunerde in den periglazialen Lagen entwickelt hat (wenn auch trotzdem stark sauer bzw. oligotroph). In sehr sandigen Substraten (häufig <10–15 % Schluff und Ton) bildeten sich die Auswa-

Nebenstehende Abbildung 2: Lockerbraunerde-Podsol auf dem Taunuskamm; Foto: A. Stahr.
Unter einer sehr steinreichen, sandigen und feinmaterialarmen, sauergebleichten Lage (Oberlage), die offensichtlich mit dem ehemaligen Betrieb des Steinbruchs zusammenhängt (Abraum), folgt die im oberen Bereich mit Sesquioxiden angereicherte, stark tephrahaltige Hauptlage, die noch Restmerkmale eines Bfv-Horizontes aufweist. Darunter folgt die Basislage aus Quarzit. Die Humusform ist ein Graswurzelfilz-Moder unter einer Vegetation aus Gemeiner Fichte (*Picea abies*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*) und Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*). Bodenform: Graswurzelfilz-Moder, Lockerbraunerde-Podsol aus (offensichtlich) anthropogen verlagertem Material (anthropogene oder holozäne Lage) über lösslehm- und tephrahaltiger, grusführender Hauptlage und Basislage aus Quarzit. Bfv ist der locker gelagerte Unterboden der Lockerbraunerde. Das + Zeichen bedeutet hier und in Abbildung 3, dass es sich um einen Übergangshorizont mit mehreren Merkmalen handelt, die vorangestellten römischen Ziffern II und III beziehen sich auf unterschiedliche geologische Schichten, die in diesem Fall silikatisch (Index i) und locker (Index l) gelagert sind.

Opposite figure 2: Cambic andic podzol on the Taunus ridge; photo: A. Stahr.
An acid bleached upper layer, consisting of very stony sands and gradually removed fine material results obviously from former stone quarrying. This excavation material overlies the main layer, rich in tephra, in its upper part enriched with sesquioxides and reflecting weak characteristics of a Bfv soil horizon. Underneath follows the base layer of quartzite. Humus form: grassroot-behaved decay. Vegetation: Norway spruce (*Picea abies*), copper beech (*Fagus sylvatica*), wood sorrel (*Oxalis acetosella*) and hair grass (*Deschampsia flexuosa*). Soil formation: grassroot decay, cambic andic podzol constisting of (obviously) anthropogenically displaced material (anthropogenic or Holocene layer) which superpose the residual loess, tephra and fine rubble containing main layer and the base layer of quartzite. Bfv is the subsoil of the loosely packed cambisol. The + sign in the figures 2 and 3 stands for a transitional horizon with several soil features, the preceded roman numbers II and III refer to different geological formations which are in this case siliceous (index i) and loosely packed (index l).

schungs- oder Ae-Horizonte von Podsolen. Als Grenze der Podsolierung wird ein Sand/Schluff-Verhältnis von >6 angenommen. Höhere Anteile an Feinmaterial (Schluff, Ton) im Ausgangssubstrat bzw. ein Sand/Schluff-Verhältnis <6 wirkt daher der Podsolierung, wie im Falle der meisten Böden im Bereich des Taunuskamms, entgegen.

Deshalb ist es auffällig, dass in verschiedenen Bereichen des Taunuskamms unmittelbar neben Braunerden sich Braunerde-Podsole oder podsolierte Braunerden bei gleichen klimatischen Bedingungen und unter gleicher Vegetation finden lassen. Die von Podsolierung betroffenen Böden weisen in der Regel noch Merkmale von Braunerden (Bv-Horizonte) auf. Da die Untergrenze der mit Sesquioxiden angereicherten Horizonte bei diesen Böden meist oberhalb von 7 dm Tiefe liegt, handelt es sich definitionsgemäß (AG Boden 2005) um den Subtyp Braunerde-Podsol. Typische Podsole (Eisenhumus-Podsole) mit fast weißem Oberboden, dunkler Humus- und darunter leuchtend rostfabener Sesquioxidanreicherung, wie man sie u. a. in Niedersachsen, Brandenburg oder in der Oberpfalz antrifft oder vielleicht aus Lehrbüchern der Bodenkunde kennt, finden sich im Bereich des Taunuskamms nicht.

Auffallend ist an all diesen Lokalitäten der relativ kleinräumige Substratunterschied zwischen den entwickelten Bodentypen, der offensichtlich anthropogenen Ursprungs ist (vgl. Dambeck et al. 2007). Augenfällig wird dies im Bereich von historischen, längst stillgelegten Quarzitsteinbrüchen im Bereich des Taunuskamms (Stahr 2014), die noch bis zur Mitte des 19. Jh. u. a. zur Gewinnung von Pflastersteinen für Straßen benötigt wurden.

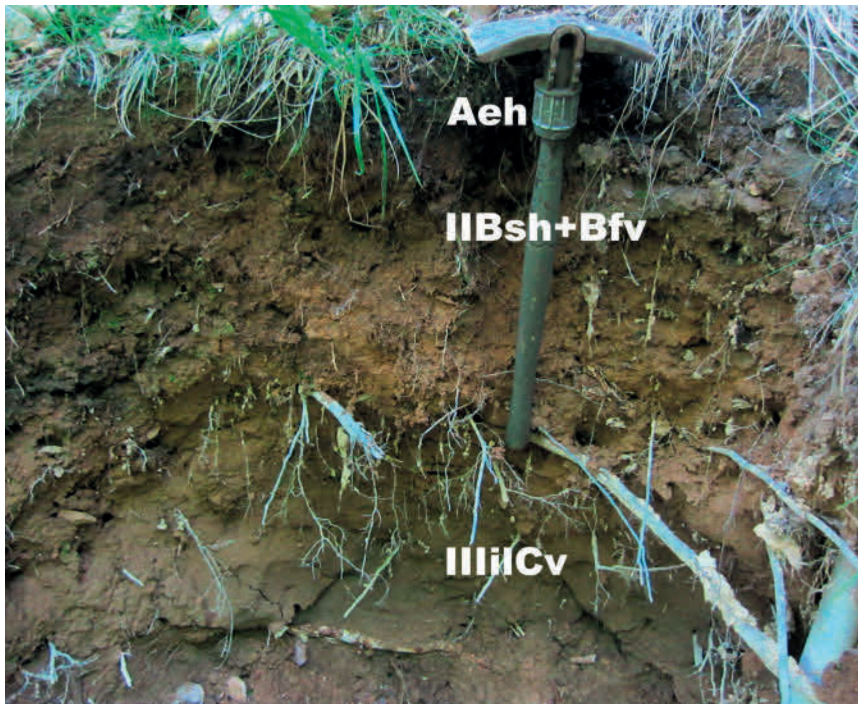


Abbildung 3: Schwach podsolierte Lockerbraunerde; Foto: A. Stahr.

Im Oberboden liegt aufgrund einer geringmächtigen Überdeckung der Hauptlage mit steinigem Substrat (Abraum) eine schwache Podsolierung mit einer Verlagerung von Humus und Oxiden vor (Aeh). Die Humusform ist Rohhumus unter einer Vegetation aus Gemeiner Fichte (*Picea abies*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*) und Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*). Bodenform: Schwach podsolierte oligotrophe Lockerbraunerde aus (offensichtlich) anthropogener (holozäner) Lage über lösslehm- und tephrahaltiger, grusführender Hauptlage (IIBsh + Bfv) über Laacher-See-Tephra über Basislage aus verwittertem Quarzit (IIIilCv).

Figure 3: Weakly Dystric andic Cambisol; photo: A. Stahr.

Because the main layer is covered by a thin layer of stony substrate (excavation material) the topsoil shows a weak podzolisaion with a displacement of humus and oxides (Aeh). The humus form is raw humus under a vegetation consisting of Norway spruce (*Picea abies*), copper beech (*Fagus sylvatica*), wood sorrel (*Oxalis acetosella*) and hair grass (*Deschampsia flexuosa*). Soil formation: oligotrophic dystric andic Cambisol from an (obviously) anthropogenic (Holocene) layer over residual loess, tephra and fine rubble over Laacher-See-tephra over base layer of quartzite (IIIilCv).

Ein gutes Beispiel ist der Steinbruch am Forstweg, der am unteren Ende des Parkplatzes Hohe Wurzel an der L3037 (Lahnstraße in Richtung Bad Schwalbach) beginnt und zuerst in östliche Richtung verläuft. In unmittelbarer Nähe zum Steinbruch hat sich nahe dem Forstweg in recht grobkörnigem Substrat (Oberlage aus Abraum) über stark Laacher-See-Tephra-haltiger Hauptlage ein Lockerbraunerde-Podsol gebildet (Abb. 2). Wenige Meter südöstlich davon am Wegesrand ist der Abraum nur noch geringmächtig und feinkörniger. Es hat sich eine schwach podsolierte Lockerbraunerde entwickelt (Abb. 3). Wiederum weni-

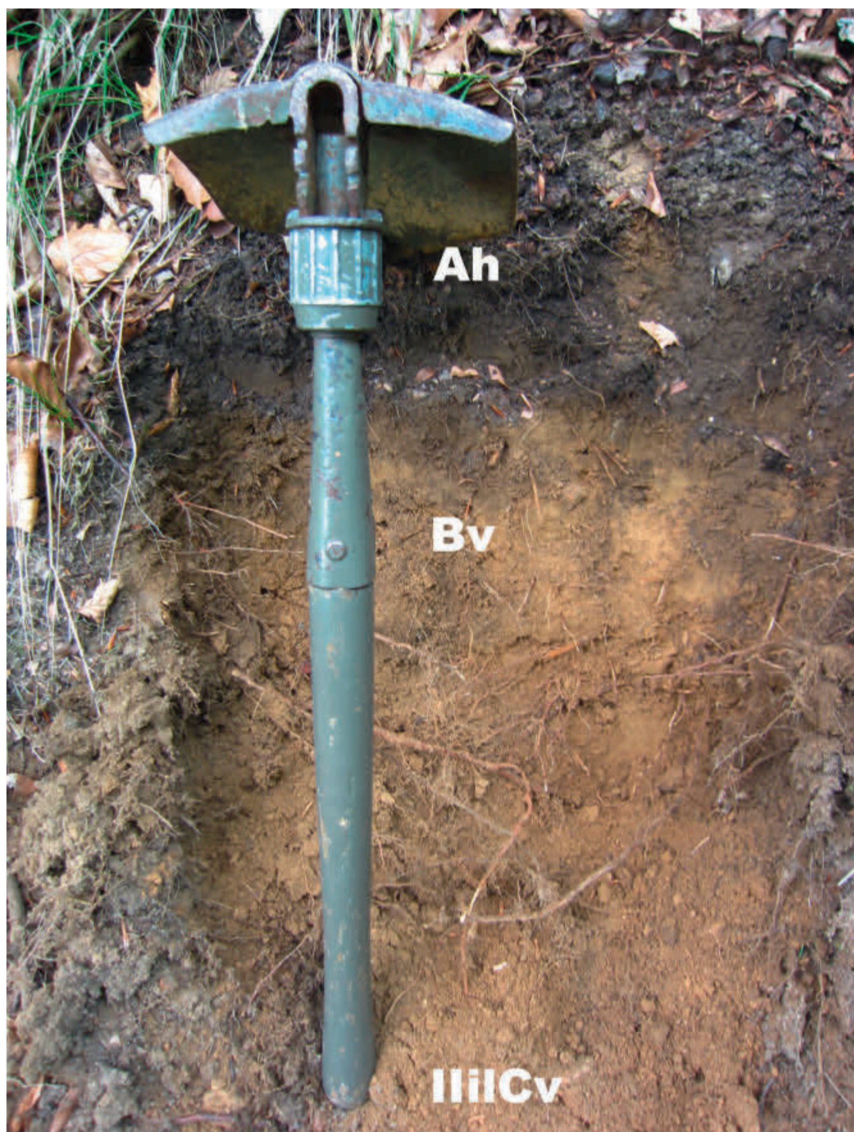


Abbildung 4: Braunerde; Foto: A. Stahr.

Die Abbildung zeigt unter humosem Oberboden (Ah) eine Braunerde im Bereich der Hohen Wurzel unweit der schwach podsolierten Lockerbraunerde (Abb. 3). Die grusführende Hauptlage (Bv) weist an dieser Stelle einen recht hohen Lösslehmanteil auf, eine steinige Überlagerung fehlt. Im Liegenden folgt die Basislage aus verwittertem Quarzit (IIilCv).

Figure 4: Dystric Cambisol; photo: A. Stahr.

The figure shows under humic topsoil (Ah) a cambisol in the Hohe Wurzel area not far from the weakly podzolic cambisol (fig. 3). The detritus comprising main layer (Bv) contains at this location a very high proportion of residual loess, a stony cover is absent. The base layer consists of weathered quartzite (IIilCv).

ge Meter entfernt am Wegesrand findet sich eine oligotrophe, stark Lösslehm enthaltende Braunerde aus Hauptlage über Basislage (Quarzit). Eine Überlagerung durch Abraum fehlt (Abb. 4). Diese Bodenabfolge (Catena) an diesem Standort belegt überaus deutlich den anthropogenen Einfluss auf die lokale Podsolierung von Böden auf dem Taunuskamm, der bereits von Dambeck et al. (2007) andernorts für den Taunuskamm und Mittelgebirge allgemein diskutiert wurde.

Als weitere Beispiele von vielen für eine anthropogen bewirkte Podsolierung in Abraummaterial sind der Steinbruch am Geopfad bei Niedernhausen-Oberjosbach (Informationstafel Station 10, Bergbau und Rohstoffe im Taunus) sowie ein Steinbruch oberhalb Taunusstein-Bleidenstadt (Schutzhütte am Herzogsweg) zu nennen.

3 Historie

Auch Dambeck et al. (2007) sind der Überzeugung, dass podsolierte Böden in Mittelgebirgen in der überwiegenden Zahl der Fälle quasi-natürliche Bildungen, also vom Menschen und seiner Nutzung des Bodens initiierte Bodenentwicklungen, darstellen. Zudem war der Taunuskamm bis zu den Aufforstungen im 19. Jh. weitgehend verwüstet (Stahr & Bender 2007; Dambeck & Stahr 2008), so dass das Zurückhalten von Niederschlägen auf der Oberfläche der Vegetation (Interzeption) sowie der Wasserverbrauch und die Verdunstung im Vergleich zu heute gering waren. Dadurch konnten Niederschläge weitgehend ungehindert die Böden bzw. grobkörnige Substrate (z. B. Abraum von Steinbrüchen) durchsickern und Verlagerungsprozesse in Form der Podsolierung beschleunigen. Auch bei steinreicher Hauptlage in Oberhangbereichen des Taunuskamms sind lokal mitunter Podsolierungstendenzen feststellbar. Insgesamt gesehen stellt die anthropogen generierte Korngrößenzusammensetzung (Bodenart) bei sonst gleichen Standortbedingungen ein wesentlicher Faktor für den Prozess der Podsolierung im Bereich des Taunuskamms dar.

4 Literatur

Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. – 438 S.; 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten).

Dambeck, R., Müller, S. & Stepien, H. (2007): Podsol – Boden des Jahres 2007: Indikator für historische Waldnutzung in Mittelgebirgen? – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **110**: 441-442; 1 Abb:, 1 Tab.; Oldenburg.

Dambeck, R. & Stahr, A. (2008): Wovon Räuber Leichtweiß, Schinderhannes & Co. nur träumen konnten. Spuren historischer Waldnutzung im Idsteiner Land. – Jb. Rheingau-Taunus-Kreis, **59**: 123-126; Bad Schwalbach.

Stahr, A. (2014): Die Böden des Taunuskamms. – 64 S., 56 Abb.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).

Stahr, A. & Bender, B. (2007): Der Taunus. Eine Zeitreise. Entstehung und Entwicklung eines Mittelgebirges. – XIII, 253 S., 253 Abb; Stuttgart (Schweizerbart).

Dr. Alexander Stahr
Dresdener Str. 16
65232 Taunusstein
Tel.: 06128/488956
E-Mail: info@lesestein.de

Manuskripteingang: 1. Juni 2019